

**de Zoologia no Brasil.** O grande crescimento no Eigenfactor da RBZ/ZOOLOGIA ocorreu entre 2008 e 2010, quando saltamos de 0,0015 a 0,002231.

Nossa conclusão é que, mantida a respeitabilidade mundial, chegaremos a maiores valores de IF, **inevitavelmente!** [Embora, pelo exposto, tenhamos dúvidas sobre a real importância disso!] Essa análise, por mais superficial que seja, deixa MUITO evidente a ineficiência do IF em medir, quando analisado separadamente, a real influência de uma publicação científica. É uma enorme pena que programas de avaliação e fomento da ciência no país estejam baseados quase que exclusivamente nessa medida. É difícil imaginar porque esse erro é perpetuado e porque os dirigentes não conseguem detectar essa falha fundamental! Não conseguem ou não querem enxergar.

Assim, fica evidente que os esforços do comitê editorial e dos autores estão efetivamente, sendo revertidos em aumento de prestígio da ZOOLOGIA e que isso deve, inevitavelmente, resultar em aumento das demais medidas bibliométricas. O momento, todavia, é ainda crítico e precisamos investir ainda mais na nossa publicação para oferecer um serviço de melhor qualidade e de maior agilidade.

Se queremos uma ciência internacional nesse país, precisaremos de revistas internacionalmente reconhecidas. Continuamos acreditando que termos revistas científicas de reconhecida qualidade é fundamental para a ciência brasileira e para tentarmos quebrar o paradigma de “o que é bom é lá de fora”. A Zoologia feita nesse país é tão boa que nossos artigos já representam um percentual altíssimo do que é publicado em revistas estrangeiras. Para que a ZOOLOGIA e outras revistas brasileiras cheguem ao patamar que desejamos, e que merecem, depende sim de políticas editoriais que visem a manutenção e o aumento da qualidade mas, principalmente, da mudança de atitude do pesquisador brasileiro. **Quando começarmos a direcionar o melhor de nossa pesquisa para revistas brasileiras as consequências serão profundamente benéficas para a ciência brasileira como um todo.**

Que país é esse no qual se faz pesquisas de primeiro mundo mas cujos resultados são publicados principalmente no exterior?

Walter A Boeger, PhD  
Sionei Bonato, DSc  
Editores de ZOOLOGIA

## ARTIGO

### Com minhocas na cabeça

**Cintia Carla Niva, George Gardner Brown, Gustavo Schiedeck & Roberto da Gama Alves<sup>1</sup>**

Apesar da estética pouco atraente, os oligoquetas (Filo Annelida, Classe Oligochaeta) têm o poder de aguçar a curiosidade humana e até de influenciar a nossa qualidade de vida. Contudo, o interesse pela biologia e ecologia dos oligoquetas e a sua utilização apresentou um impulso apenas nas últimas quatro décadas, como um reflexo da conscientização sobre a necessidade da conservação e do uso sustentável de recursos naturais. Seguindo essa tendência, as iniciativas de pesquisa com oligoquetas nos mais variados ramos da ciência tem aumentado gradativamente.

#### No Brasil, a diversidade mais conhecida nos trópicos

Atualmente são conhecidas aproximadamente 450 espécies de oligoquetas no Brasil, porém estima-se que existam mais de 1400, das quais pelo menos 85% são nativas. O tamanho das minhocas, os oligoquetas mais populares, é bastante variável, variando de alguns centímetros de comprimento até os gigantescos minhocuçus com 1,5 metros ou mais (Figura 1A). Já os enquitreídeos (Família Enchytraeidae) (Figura 1C, 1D) e os naidídeos (Família Naididae) (Figura 1E) são oligoquetas bem pequenos (alguns milímetros até 4 cm) encontrados nos solos e também na água doce e ambientes marinhos, mas desconhecidos pela maioria das pessoas. Várias espécies e até um gênero novo foram descritos recentemente e muitos outros são esperados à medida que novos locais sejam explorados em to-

dos os biomas do país. Ainda assim, apesar da ausência de taxônomos ativos no país, o Brasil tem o maior número de espécies conhecidas de oligoquetas de toda a zona tropical no mundo.

#### Ecologia de oligoquetas terrestres e aquáticos

As minhocas e minhocuçus podem ingerir grandes quantidades de matéria orgânica e solo e produzir toneladas de coprólitos (fezes, húmus) ao ano, que concentram grandes quantidades de nutrientes (Fig. 1B). Os enquitreídeos e naidídeos também ingerem matéria orgânica, partículas de solo ou sedimento e microorganismos encontrados sobre material em decomposição. Espécies aquáticas ainda podem estar associadas a outros invertebrados como os moluscos e esponjas ou serem minúsculos predadores (*Chaetogaster* spp. e *Haplotaxis* sp.). O papel dos oligoquetas nativos na ciclagem de nutrientes e fluxo de energia é indiscutível, mas ainda há necessidade de estudos detalhados sobre o tema.

Os oligoquetas servem como indicadores do nível de conservação de ambientes naturais. Algumas espécies muito comuns como a minhoca mansa, *Pontoscolex corethrurus* (Müller, 1857) ou a minhoca “puladeira” ou “louca”, *Amyntas gracillis* (Kinberg, 1867), estão geralmente associadas a ecossistemas perturbados como agroecossistemas, cidades, parques e florestas secundárias. Já a maioria das espécies brasileiras, in-



Figura 1. Adulto e casulo de *Rhinodrilus* sp. nov., uma espécie nova de minhocaçu comum na região de Lourenço, Amapá (A) e seus coprólitos produzidos na superfície do solo (B). Adulto e casulo de uma espécie nova (*Enchytraeus* sp. nov.) de enquitreídeo encontrada em Piraquara-PR. Oócitos (esferas esbranquiçadas) transparecem na região do clitelo (seta). O casulo com quatro embriões (seta dupla) tem o tamanho aproximado de uma ponta de caneta esferográfica (C). O enquitreídeo *Enchytraeus dudichi* sensu lato Dózsa-Farkas, 1995, recentemente encontrado no estado do Paraná, alcança cerca de 10 mm de comprimento e fragmenta-se em vários pedaços para gerar novos indivíduos. As estruturas cônicas mais transparentes nas extremidades de cada fragmento (seta) são aglomerados de células formando nova cabeça e cauda (D). Naidídeo aquático com longas cerdas dorsais capilares pelo corpo (E). Escala 500 µm. Autores das fotos: 1A e 1B – George G. Brown, 1C e 1D – Cintia C. Niva, 1E – Roberto da Gama Alves.

cluindo o minhocaçu *Rhinodrilus* sp. nov. (Fig. 1A) são nativas e endêmicas, sobrevivendo apenas em ecossistemas preservados. Da mesma forma, enquitreídeos dos gêneros *Enchytraeus* (Figs. 1C e 1D) e *Fridericia* podem indicar solos de ambientes

antropizados na Mata Atlântica, e oligoquetas aquáticos, o grau de poluição orgânica em córregos e rios urbanos.

Minhocas e enquitreídeos são animais sensíveis a mudanças no seu habitat e, por isso, são usados para indicar o grau de contaminação do solo em estudos de análise de risco de caráter prospectivo, por exemplo, para prever a toxicidade, a organismos não-alvo, de um agrotóxico a ser lançado no mercado. E também em estudos retrospectivos, para avaliar solos de áreas já contaminadas para fins de gerenciamento ambiental. Os oligoquetas terrestres podem indicar a toxicidade de agrotóxicos, metais pesados, derivados de petróleo e até dejetos industriais e domésticos, através de efeitos na mortalidade, reprodução, comportamento e bioacumulação, em ensaios padronizados internacionalmente. As minhocas também têm sido utilizadas em processos de biorremediação de solos contaminados, pois suas ações biológicas, químicas e físicas ajudam a degradar os poluentes.

### Minhocas e a agricultura

Os efeitos das minhocas sobre as plantas têm sido estudados há mais de 100 anos, porém até os anos 80, a maior parte dos trabalhos havia sido realizada em regiões de clima temperado. Na maioria (75%) dos casos, a atividade das minhocas no solo afeta positivamente a produção vegetal, aumentando a biomassa total e o rendimento de grãos. Vários mecanismos estão envolvidos na estimulação do crescimento vegetal, desde efeitos visíveis sobre propriedades físicas do solo (agregação e infiltração da água), até mudanças em escala microscópica, onde as minhocas podem alterar a atividade microbiana, reduzir as populações de nematóides fitoparasitas e de fungos e bactérias fitopatogênicas e aumentar a disponibilidade de nutrientes para as raízes.

Apesar da conhecida capacidade da minhoca de produzir resíduos orgânicos em “húmus” (adubo), ainda poucos agricultores usufruem desse benefício. O “húmus” é um adubo orgânico estabilizado de elevada qualidade química e biológica, tradicionalmente usado na forma sólida, porém, a forma líquida aplicada via sistema de irrigação tem mostrado ótimos resultados em cultivos de hortaliças. Um



minhocário pode ser construído com facilidade e baixo custo ([www.youtube.com/watch?v=sZ0xrwYPJjw](http://www.youtube.com/watch?v=sZ0xrwYPJjw)) e ainda colaborar para sustentabilidade de pequenas propriedades rurais.

Se por um lado, a minhoca pode ajudar a melhorar a produção agrícola, suspeita-se que algumas espécies possam ser as vilãs em lavouras de arroz irrigado no Mato Grosso do Sul e no Rio Grande do Sul. De acordo com pesquisas da Embrapa – Arroz e Feijão, o efeito parece ser indireto: os coprólitos depositados na superfície do arrozal enfraquecem o sistema radicular, causando tombamento das plantas e complicações para a colheita mecânica.

### Oligoquetas e regeneração

Os oligoquetas são hermafroditas que produzem ovos encapsulados por um casulo secretado pelo clitelo (Figura 1A e 1C). Alguns enquitreídeos e naidídeos, no entanto, recorrem à regeneração da cabeça e da cauda para gerar descendentes assexuadamente a partir de fragmentos do corpo (Figura 1D). Já as minhocas e minhocuçus arrebentam-se quando submetidos a algum estresse e, em geral, regeneram apenas segmentos posteriores do corpo, normalmente durante o período de dormência na época seca. O mecanismo pelo qual os animais regeneram ou deixam de regenerar é um dos mistérios que a ciência ainda não conseguiu explicar. Nesse contexto, os oligoquetas são ótimos modelos de investigação.

### Potencialidades

Os oligoquetas têm várias facetas com muitas potencialidades ainda pouco exploradas no Brasil que podem nos dar respostas a perguntas biológicas e ecológicas. Contudo, o reduzido número de especialistas atuantes no assunto significa

que ainda há muito trabalho pela frente para poder responder essas perguntas. Ainda nem sabemos quantas espécies de oligoquetas existem no país, e desconhecemos a ecologia e biologia da maioria das espécies descritas. Até que ponto os oligoquetas podem nos ajudar no monitoramento ambiental? Como algumas espécies regeneram partes amputadas de seu corpo? Os oligoquetas podem ter impacto sócio-econômico através da agricultura e comércio? Eles podem ajudar a nossa saúde através da produção de biofármacos como ocorre na Ásia? As oportunidades são inúmeras. Resta-nos usufruir dessas potencialidades ou não, conforme nossos gostos e necessidades. Ter minhocas na cabeça pode valer a pena!

### <sup>1</sup> Sobre os autores:

**Cintia Carla Niva** é pesquisadora bolsista do Programa Nacional de Pós-doutorado (PNPD/MCT/Finep/CNPq) na Embrapa Florestas, Colombo-PR, onde trabalha com a biologia de enquitreídeos e ecotoxicologia terrestre. [cintiacn@gmail.com](mailto:cintiacn@gmail.com)

**George Gardner Brown** é pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo-PR, onde trabalha com ecologia e diversidade de minhocas. [browng@cnpf.embrapa.br](mailto:browng@cnpf.embrapa.br)

**Gustavo Schiedeck** é pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, onde trabalha com agroecologia. [gustavo.schiedeck@cpact.embrapa.br](mailto:gustavo.schiedeck@cpact.embrapa.br)

**Roberto da Gama Alves** é professor adjunto da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, onde trabalha com ecologia de macroinvertebrados bentônicos. [gama.alves@ufjf.edu.br](mailto:gama.alves@ufjf.edu.br)

## ENSINO

### Construindo o Ornitólogo Virtual

A democratização da internet tornou possível aos educadores lançar mão de ferramentas importantes para o ensino de ciências, bem como para as demais disciplinas do currículo estudantil. Particularmente, afirmo que ensinar zoologia ficou bem mais fácil quando procuramos utilizar os recursos disponíveis na grande rede. Dentre os portais destinados a divulgação do conhecimento e pesquisa a respeito da fauna brasileira destaco o **WikiAves**, portal que se autodenomina a Enciclopédia das Aves do Brasil. Das visitas a este sítio na web, nasceu a idéia de um projeto ainda inédito para incrementar o ensino de biologia nas escolas de nível médio. Preliminarmente, resolvi chamá-lo de “**Projeto: ornitólogo virtual**”, mas até a sua implantação devo arrumar um nome mais adequado para ele.

Antes de detalhar o meu projeto, quero apresentar o **WikiAves**. O **WikiAves**, como o nome sugere, é um portal aos moldes colaborativos da **Wikipedia**. Ou seja, qualquer pessoa cadastrada na página pode enviar conteúdo. Como já foi men-



cionado o site de aves se autointitula “a enciclopédia das aves no Brasil”. E não faz isso por presunção, já que, apenas no ‘esquema colaborativo’ e em dois anos de existência, o **WikiAves** conseguiu mapear mais de 90% das espécies de aves de que se tem notícia no Brasil, segundo informações colhidas na **Ciência Hoje On-Line**. Em números mais concretos: das 1.825 aves já descritas que vivem no país, 1.685 estão, de alguma forma, na página. Na verdade, trata-se de um site de conteúdo interativo, direcionado à comunidade brasileira de observadores de aves, com o objetivo de apoiar, divulgar e promover a atividade de observação de aves, fornecendo gratuitamente fer-